



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 40 04 454.8  
22 Anmeldetag: 14. 2. 90  
43 Offenlegungstag: 13. 9. 90

B 01 D 53/36  
B 01 J 8/26  
B 01 D 53/14  
B 01 J 27/10  
F 02 C 1/05  
B 04 C 5/14  
// B01D 53/02,3/14

DE 4004454 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
06.03.89 ES 01105/89

71 Anmelder:  
Sociedad Espanola de Carbuos Metalicos, S.A.,  
Barcelona, ES

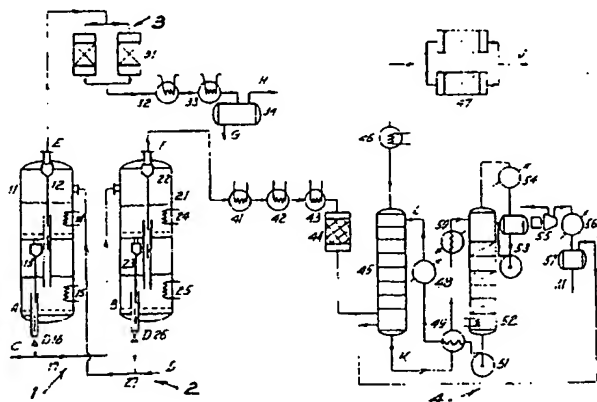
74 Vertreter:  
Keil, R., Dipl.-Phys. Dr.phil.nat.; Schaafhausen, L.,  
Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 6000 Frankfurt

72 Erfinder:  
Minet, Ronald G.; Tsotsis, Theodore T., South  
Pasadena, Calif., US

54 Verfahren zur Rückgewinnung von Chlor aus Chlorwasserstoff mittels eines Transportkatalysators, sowie Anlage zur Durchführung des Verfahrens

Das Verfahren umfaßt im wesentlichen folgende zwei Verfahrensstufen. Eine erste Verfahrensstufe, in welcher man einen Gasstrom aus Chlorwasserstoff durch ein Fließbett aus Kupferoxiden und Natriumchlorid, die auf einem geeigneten Träger aufgebracht sind, hindurchführt, wobei in einem Reaktor (11) die Reaktion des Chlorwasserstoffs mit den Oxiden zur Bildung eines komplexen Chlorids stattfindet.

Eine zweite Verfahrensstufe, in welcher man das chlorierte katalytische Transportmittel durch ein Fließbett als Transportkatalysator enthaltend Kupfer- und Natriumchlorid unter Eindüsung einer Mischung aus Sauerstoff und Stickstoff hindurchführt, wobei die oxidierende Reaktion in einem Reaktor (21) stattfindet, indem Chlor aus der katalytischen Masse freigesetzt wird, während das Kupferchlorid in Kupferoxid umgewandelt wird, und aus dem ein kontinuierlicher Fluß Transportkatalysator abgeführt wird, den man der ersten Verfahrensstufe zurückführt. In einem Absorptions/Separationssystem (47) mit Kohlenstofftetrachlorid wird das im Reaktor (21) freigesetzte Chlor zurückgewonnen.



DE 4004454 A1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von Chlor aus Chlorwasserstoff mittels eines Transportkatalysators. Die Erfindung betrifft ebenfalls eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Chlorwasserstoff erhält man als Nebenprodukt in vielen chemischen Verfahren, und zwar sowohl wasserfrei als auch in wäßriger Lösung. Die Rückgewinnung des Chlorwasserstoffs, der bei Chlorierungsprozessen erzeugt wird, ist aus Gründen der Ökologie und des Umweltschutzes erforderlich, die wirtschaftliche Entsorgung des Chlorwasserstoffs war jedoch stets eine sehr schwierige Aufgabe. Sie wird bereits seit vielen Jahren untersucht.

Das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung macht von einer neuen Technologie Gebrauch, die man am besten als Transportkatalysatorsystem bezeichnen kann. Bei den bisherigen Versuchen, Chlor aus Chlorwasserstoff zurückzugewinnen, hat man mit einigem Erfolg aber mit erheblichen Schwierigkeiten versucht, Systeme mit Katalysatoren zu verwenden, die aus einem Metall oder einer Metallgruppe auf einem Träger aus Tonerde oder Kiesel gebildet sind. Zu den Problemen, die mit diesem Verfahren verbunden sind, zählt die sehr große Schwierigkeit, die aus dem katalytischen Reaktor strömenden Gase zu separieren, weil im Gasstrom gleichzeitig Chlorwasserstoff, Chlor, Wasser, Sauerstoff, Stickstoff und andere Produkte vorhanden sind. Es wurde außerdem festgestellt, daß der verwendete Katalysator im allgemeinen eine relativ kurze Lebensdauer hat, weil die Flüchtigkeit der verwendeten Metalle in einer chlorhaltigen Atmosphäre und bei den Temperaturen, die erforderlich sind, damit die Reaktion mit einer wirtschaftlich ausreichenden Geschwindigkeit erfolgen kann, beträchtlich ist.

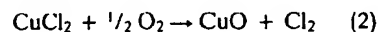
Das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung unterscheidet sich von den bereits veröffentlichten Verfahren dadurch, daß bei ihm ein Transportkatalysatorsystem Anwendung findet. Beim derzeitigen Stand der Technik sind die für die Durchführung der katalytischen Reaktion verwendeten Metalle in einer Trägermasse, wie bspw. Tonerde, Kiesel oder ein Molekularsieb imprägniert, die zu deren Verwendung als Fließbett geeignet ist. Die erste Reaktion wird so angelegt, daß sie in einer Abfolge einzelner Verfahrensstufen stattfindet, welche zusammenfassend zu folgendem Endergebnis führen:



#### Verfahrensstufe 1

Der Gasstrom aus wasserfreiem oder wasserhaltigem Chlorwasserstoff mit den Kohlenwasserstoffen, die ggf. aus Verunreinigungen vorliegen, durchströmen ein Fließbett aus Kupferoxiden und Natriumchlorid, die in einem Molverhältnis 1 : 1 auf einem geeigneten Träger aufgebracht sind. Die Reaktion wird bei einer Temperatur zwischen 100 und 300°C durchgeführt. Der Chlorwasserstoff reagiert mit den Oxiden unter Bildung eines komplexen Chlorids gemäß der obengenannten Gleichung. Die Temperatur des Fließbettes wird mittels Wärmetauscher, die im Fließbett angeordnet sind und die Wärme der exothermen Reaktion abführen, konstant gehalten. Nach der bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die abgezogene Wärme zur Dampferzeugung verwendet, um auf diese Weise die Gesamtwärmebilanz des Verfahrens zu verbessern.

Das chlorierte katalytische Transportmaterial wird laufend vom ersten Reaktor (Chlorierreaktor) abgezogen und, wie nachfolgend in der Verfahrensstufe 2 beschrieben, einem zweiten Reaktor zugeführt.



#### Verfahrensstufe 2

Der zweite Reaktor besteht aus einem Fließbett aus Transportkatalysator, welcher 2 bis 20% Kupfer- und Natriumchloride enthält und ständig mit einem entsprechenden Materialstrom aus dem Chlorierreaktor vermischt wird. In das Fließbett dieses Oxidationsreaktors wird eine Mischung aus Sauerstoff und Stickstoff eingedüst, deren Sauerstoffgehalt zwischen 99% und 10% im Volumenverhältnis beträgt. Die beste Temperatur für die Oxidationsreaktion liegt zwischen 300 und 380°C. Unter diesen Bedingungen erfolgt die Oxidation sehr schnell, und es wird Chlor aus der katalytischen Masse freigesetzt. Gleichzeitig wird das Kupferchlorid in Kupferoxid umgewandelt.

Aus dem zweiten Reaktor (Oxidationsreaktor) wird ein kontinuierlicher Fließtransportkatalysator enthaltend Kupferoxide abgezogen und dem ersten Reaktor (Chlorierreaktor) zurückgeführt. Ein geeignetes Wärmetauschersystem ist im Fließbett des Oxidationsreaktors angeordnet. Es dient dazu, die Temperatur auf das geeignete Niveau zu erhöhen, um eine genügend hohe Reaktionsgeschwindigkeit zu erzielen. Das Wärmetauschersystem liefert die Wärme für die endotherme Reaktion, damit das katalytische Transportsystem stets isothermisch arbeiten kann.

Die vorstehende Beschreibung bezieht sich auf das grundlegende Verfahren. Ein Fließschema, das dieses Verfahren illustriert, ist in der vorliegenden Erfindungsbeschreibung mit enthalten.

In diesem besonderen Reaktionssystem muß man viele Faktoren berücksichtigen. Der aus dem Chlorierreaktor strömende Gasstrom besteht im wesentlichen aus Wasserdampf zusammen mit den Inertgasen, die eventuell im einströmenden Chlorwasserstoff vorhanden sind. In dieser Phase wird grundsätzlich kein Chlor freigesetzt. Infolgedessen kann man die den Reaktor verlassenden Gase leicht kondensieren und ohne Umweltrisiken beseitigen.

Was den Oxidationsreaktor angeht, bestehen die aus dem System bei Höchsttemperatur ausströmenden Gase aus freiem Chlor, nicht reagiertem Sauerstoff und dem ursprünglich vorhandenen Stickstoff. Je nachdem, wie die Reaktion durchgeführt wird, können auch im Gas kleinere Mengen Wasserdampf vorhanden sein. Die Rückge-

winnung des Chlors aus diesem Gemisch wird dennoch nicht durch die Gegenwart von Chlorwasserstoff erschwert, womit schwerwiegende Korrosionsprobleme in der Rückgewinnungsanlage vermieden werden.

Der gesamte Verfahrensablauf ist im Fließdiagramm dargestellt. Wie dort ersichtlich, werden die den Oxidationsreaktor verlassenden Gase durch einen Wärmetauscher und ein Wärmerückgewinnungssystem hindurchgeführt. Dadurch ist es möglich, die beträchtliche Wärmemenge zurückzugewinnen, die sonst die heißen Gase mitschleppen würden.

Diese Wärme kann zum Vorwärmen der Luft und des Sauerstoffs, die in den Oxidationsreaktor strömen, verwendet werden, oder, alternativ dazu, zur Erzeugung von Wasserdampf mit hoher Temperatur und hohem Druck, der entweder im Prozeß selbst oder aber zur Stromerzeugung verwendbar ist. Nachdem das Gas im Wärmetauscher bis zu einem geeigneten Grad, z. B. zwischen 70 und 170°C abgekühlt wurde, wird es noch stärker mittels eines Luftkühlers abgekühlt, um die Temperatur auf 40 bis 50°C abzusenken. Der auf diese Weise gekühlte Gasstrom, der das Chlor mit enthält, wird anschließend einem Absorptions- und Separationssystem zugeführt, in dem Kohlenstofftetrachlorid oder ein anderes geeignetes Lösungsmittel verwendet wird, welches das Chlor aus dem Gas absorbiert und in der als Absorptionsmittel verwendeten flüssigen Phase konzentriert. Das auf diese Weise aus dem Gas abgeschiedene Chlor wird in einem Separationsturm freigesetzt und danach verdichtet, gekühlt, kondensiert und als flüssiges Chlor eingesammelt.

Der Stickstoff und der Sauerstoff, die im den Absorber verlassenden Gas vorhanden sind, werden einer geeigneten Behandlung unterzogen, um die eventuell vorhandenen Chlorspuren abzuscheiden, bevor sie in den Kamin gelangen können.

Das beschriebene System weist gegenüber anderen in der Vergangenheit vorgeschlagenen, einstückigen, katalytischen Systemen mehrere bemerkenswerte Vorteile auf, nämlich:

1. Die Umwandlung des Chlorwasserstoffs in Chlor kann so durchgeführt werden, daß ein Umwandlungsgrad von annähernd 100% statt 80 bis 83% — das ist der Umwandlungsgrad der bisher sowohl in der Fachliteratur als auch in den Patentansprüchen beschriebenen Systeme — erzielt wird.
2. Die Rückgewinnung des Chlors wird erleichtert, weil im vorliegenden Fall das das Chlor enthaltende Gas frei von Chlorwasserstoff ist.
3. Das den Chlorierreaktor verlassende Gas ist weitgehend frei von Chlorwasserstoff und Chlor und besteht im wesentlichen aus Wasserdampf und Inertgasen, die eventuell im einströmenden Chlorwasserstoff vorhanden sind. Dadurch wird die für die Behandlung dieses Gasstromes erforderliche Anlage vereinfacht.
4. Durch die Verfahrensweise in zwei Stufen sowie durch die Verwendung des Katalysatortransports zur Separierung des Chlors und des Chlorwasserstoffs ist das gesamte Verfahren erheblich billiger als die bisher in Betracht gezogenen Systeme. Die Tabelle 1 zeigt eine Gesamtbilanz des Stoffbedarfs des Verfahrens in der praktischen Ausführung. Die Tabelle 2 gibt die geschätzten Verfahrenskosten an für eine Anlage, die in der Lage ist, 30 000 Tonnen/Jahr flüssiges Chlor aus gasförmigem Chlorwasserstoff zu erzeugen. Sie verdeutlicht die wirtschaftlichen Vorteile des vorliegenden Verfahrens im Vergleich zu ähnlichen anderweitig in der Patentliteratur und in den Patenten beschriebenen Verfahren.
5. Beim vorliegenden Verfahren wird insgesamt ein fortschrittliches System zur Absorption des Chlors aus den Ausgangsgasen angewandt, womit die erforderliche Kühlleistung und der Kältegrad für die Endkondensation des Chlors fühlbar verringert werden.
6. Da die aus den Reaktoren strömenden Produkte einerseits im Chlorreaktor hauptsächlich Wasser und andererseits (im Oxidationsreaktor) lediglich Chlor in Gegenwart von Sauerstoff und Stickstoff sind, können die für beide Reaktoren sowie für das Rückgewinnungssystem notwendigen Materialien verhältnismäßig weniger kostspielig sein, als sie es sein müßten, wenn die Ausgangsströme gleichzeitig Chlor und Chlorwasserstoff enthalten würden, wie dies bei den anderen vergleichbaren Systemen der Fall ist.
7. Die Verwendung eines Katalysatorträgers ermöglicht das kontinuierliche Auftragen des metallischen Materials auf den Träger, nur indem der katalytische Träger abgetragen und durch neuen ersetzt wird, während das Verfahren kontinuierlich weiterläuft. Die zusammengetragenen periodischen Daten zeigen, daß dieses Material einen hohen Wirkungsgrad über eine Zeitspanne von über 10 000 bis 20 000 Stunden Dauerbetrieb beibehält.

Das für dieses Verfahren typische Katalysator-Auf-Träger-System enthält Kupferchlorid und Natriumchlorid im Molverhältnis 1 : 1, wie auf einem Träger aus Tonerde, Kiesel oder Molekularsieben aufgebracht sind. Diese Stoffe müssen so ausgewählt werden, daß sie eine Gesamtoberfläche nicht kleiner als 200 bis 500 qm/g und einen Porendurchmesser zwischen 40 und 100 Angström aufweisen. Es hat sich gezeigt, daß die so aufbereiteten Kupfer- und Natriumchloride bei Betriebstemperatur ein in die Porenstruktur des Katalysators eingeschmolzenes Gemisch bilden, womit ihre Fähigkeit, sowohl mit dem Chlorwasserstoff als auch mit dem Sauerstoff schnell zu reagieren, je nachdem welche konkrete Reaktion in der Reaktionszone des Fließbettes stattfindet, erhöht wird.

Eine Methode, den in diesem System verwendeten Katalysator aufzubereiten, ist wie folgt.

Das Kupferchlorid und das Natriumchlorid werden im geeigneten, vorgewählten Verhältnis und in gesättigter Lösung mit dem Trägermaterial gemischt, wobei die Mischungsanteile eine solche Größenordnung haben, daß das Endprodukt zwischen 25% Aktivkupfermaterial auf dem festen Träger enthält. Das Material wird nach seiner Imprägnierung bei ca. 120°C getrocknet und danach bei 300°C kalt kalziniert. Die Kalzinierung erfolgt im Fließbett unter Verwendung vorerhitzten Inertgases. Wie vorstehend ausgeführt, muß das feste Trägermaterial so ausgewählt werden, daß die Porengrößenverteilung für die Fluidisierung in einer Fluidisierungsanlage herkömmlicher Bauart geeignet ist. In der Tabelle 3 sind typische Werte der Korngrößenverteilung angegeben. Es ist hervorzuheben, daß man einen bedeutenden Anteil feinkörniges Material mit einer Korngröße zwischen 10

und 100  $\mu$  einbringen muß, um zu gewährleisten, daß der Katalysator die gewünschten Fließeigenschaften hat, wenn er durch einen Gasstrom mit einer Oberflächengeschwindigkeit von 5 bis 200 cm/sec unter den im Reaktor herrschenden Bedingungen durchwirbelt wird.

5 Bezugszeichenliste:

- A zugeführter Chlorwasserstoff
- B sauerstoffhaltiges Gas
- C Trägergas für das chlorierte katalytische Transportmittel (in der Regel Wasserdampf)
- 10 D Trägergas für das oxidierte katalytische Transportmittel (in der Regel Wasser)
- E aus dem Chlorreaktor austretendes Gas, hauptsächlich Wasserdampf
- F aus dem Reaktionsreaktor austretendes Gas, hauptsächlich Chlor mit Stickstoff und Sauerstoff
- G zu beseitigendes Kondensat
- H zu beseitigendes Abgas
- 15 J chlorfreies Gas zum Kamin
- K chlorreiche Lösung aus dem Absorber
- L chlorarme Lösung zum Absorber
- M Flüssigchlor
- N chlorreicher Dampf zum Recycling im Absorber

20

1. Chlorierreaktor

- 11 Reaktor (Behälter bestehend aus zwei Teilen, die voneinander durch Gitterroste getrennt sind)
- 12 interner Zyklon
- 25 13 interner Zyklon
- 14 Absorptions-Wärmetauscher
- 15 Heizwiderstände
- 16 Regelventil
- 17 Leitung zur Überführung des Katalysatorträgers zum Oxidationsreaktor

30

2. Oxidationsreaktor

- 21 Reaktor (Behälter bestehend aus zwei Teilen, die voneinander durch Gitter D getrennt sind)
- 22 interner Zyklon
- 35 23 interner Zyklon
- 24 Heizung
- 25 Heizung
- 26 Regelventil
- 27 Leitung zur Überführung des Katalysatorträgers zum Chlorierreaktor

40

3. Behandlung der Abgase aus dem Chlorierreaktor

- 31 Absorptionsbett zur Abscheidung des Chlorwasserstoffes
- 32 Wärmetauscher
- 45 33 Wärmetauscher
- 35 Syphon

4. Reinigung des aus dem Reaktionsreaktor austretenden Chlors

- 50 41 Absorptions-Wärmetauscher
- 42 Absorptions-Wärmetauscher
- 43 Absorptions-Wärmetauscher
- 44 Absorptionsbett zur Abscheidung des Chlorwasserstoffs
- 45 Chlorabsorber
- 55 46 Kühleinrichtung des Absorbers
- 47 Chlorfalle
- 48 Kühleinrichtung für das regenerierte Absorptionsmittel
- 49 Abscheider (Dekantierungseinrichtung) für das gesättigte und regenerierte Absorbens
- 50 Heizung für das chlogesättigte Absorptionsmittel
- 60 51 Pumpe zur Rückbeförderung des regenerierten Absorptionsmittels
- 52 Fraktionierturm
- 53 Rücklaufpumpe
- 54 Rücklaufkondensator
- 55 Chlorverdichter
- 65 56 Kälteaggregat (Verflüssigungseinrichtung)
- 57 Chlorbehälter

Tabelle 1

Stoffbilanz, geschätzt

Grundlagen:

- 1) Erzeugung von 100 Tonnen pro Tag.
- 2) Die Bezugszeichen beziehen sich auf das Fließdiagramm.
- 3) Alle Mengen in Tonnen pro Tag.

Fluß	Zugeführtes HCl	O <sub>2</sub> -Gas-anteil	Aus dem Chlorierreaktor austretendes Gas	Aus dem Oxidationsreaktor austretendes Gas	Kondensator	Gebläsanlage	Chlor (Erzeugung)
Bezugszeichen	A	B	E	F	G	J	H
Bestandteile:							
HCl	104	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O	15	—	42	—	42	—	—
O <sub>2</sub>	—	60	—	37	—	37	—
N <sub>2</sub>	—	12	—	12	—	12	—
Cl <sub>2</sub>	—	—	—	100	—	—	100
Gesamt	119	72	42 <sup>a)</sup>	149 <sup>b)</sup>	42 <sup>c)</sup>	49	100

Anmerkungen:

- a) Das Gas kann kleinere Mengen HCl und O<sub>2</sub> enthalten.  
 b) Das Gas kann kleinere Mengen H<sub>2</sub>O enthalten.  
 c) Das vorhandene HCl wird behandelt und beseitigt.

Tabelle 2

Prozeßkosten, Vergleich

Grundlagen:

30 000 Tonnen pro Jahr erzeugtes Flüssigchlor.

Daten aus veröffentlichten Quellen, angenommen die Möglichkeit, daß die Kosten gleich Null sind.

Kosten	Verfahren Elektrolyse UHDE	Kelchlor	Shell	MTChlor MITSUI	Katalytisches Transportmittel
Kapital Millionen \$	16	13	12	11	9
Chemikalien \$ pro Tonne	2	6	4	4	4
Unterhaltung \$ pro Tonne	50	30	25	22	20
Fixkosten \$ pro Tonne	80	65	60	55	45
Gesamt \$ pro Tonne	132	101	89	81	69

Anmerkungen:

Der Posten Chemikalien umfaßt die Kosten für den Katalysator, Stromverbrauch (0,06 \$/kWh) und Wasserdampf (6 \$ pro 1000 Pfund).

Tabelle 3

Korngrößenverteilung beim katalytischen Transportmittel-Prozeß

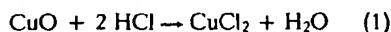
Mittlere Korngröße 40–80 Mikron  
 Oberfläche 200–700 m<sup>2</sup>/g  
 Porengröße 40–200 Å (Angström)

Korngröße (Mikron)	Gewichtsanteile (%)
15—30	3—8
30—40	5—16
40—50	12—22
50—60	16—28
60—80	10—26
80—120	3—8

#### Patentansprüche

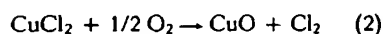
1. Verfahren zur Rückgewinnung von Chlor aus Chlorwasserstoff mittels eines Transportkatalysators, welches im wesentlichen aus folgenden zwei Verfahrensstufen besteht:

— eine erste Verfahrensstufe, in welcher man einen Gasstrom aus wasserfreiem oder wasserhaltigem Chlorwasserstoff und etwaigen vorhandenen Kohlenwasserstoffen durch ein Fließbett aus Kupferoxiden und Natriumchlorid, die im Molverhältnis 1 : 1 auf einem geeigneten Träger aufgebracht sind, hindurchführt, wobei die Reaktion des Chlorwasserstoffs mit den Oxiden zur Bildung eines komplexen Chlorids nach der Gleichung:



bei einer Temperatur zwischen 100 und 300°C stattfindet und die Temperatur des Fließbetts konstant gehalten wird,

— eine zweite Verfahrensstufe, in welcher man aus der ersten Verfahrensstufe stammende chlorierte, katalytische Transportmittel durch ein Fließbett aus Transportkatalysator mit 2 bis 20% Kupfer- und Natriumchlorid unter Eindüsung eines Gemisches aus Sauerstoff und Stickstoff mit einem Volumenanteil Sauerstoff zwischen 99% und 10% hindurchführt, wobei die oxidierende Reaktion bei einer Temperatur zwischen 300 und 380°C stattfindet und aus der katalytischen Masse Chlor freigesetzt wird, während das Kupferchlorid in Kupferoxid nach der Gleichung:



umgewandelt wird, wobei in dieser zweiten Verfahrensstufe ein kontinuierlicher Flußtransportkatalysator abgeführt wird, den man der ersten Verfahrensstufe zurückführt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in der zweiten Verfahrensstufe (Oxidationsstufe) erzeugte Wärme in der ersten Verfahrensstufe (Chlorierstufe) ausgenutzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren mindestens zwei aufeinanderfolgende Kontaktstufen in der ersten Verfahrensstufe (Chlorierstufe) zwischen dem gasförmigen Chlorwasserstoff und dem katalytischen Transportmittel und zusätzlich zwei Kontaktstufen in der zweiten Verfahrensstufe (Oxidationsstufe) zwischen dem sauerstoffhaltigen Gas und dem katalytischen Transportmittel, welches bereits den Chlorwasserstoff absorbiert hat, umfaßt, womit die vollständige Umwandlung des Chlorwasserstoffs in der ersten Verfahrensstufe (Chlorierstufe) und eine wirksamere Verwendung des Sauerstoffs in der zweiten Verfahrensstufe (Oxidationsstufe) gewährleistet ist.

4. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß sie im wesentlichen mindestens zwei Reaktoren enthält, nämlich einen ersten Reaktor (Chlorierreaktor 11), in dem die erste Verfahrensstufe (Chlorierstufe) durchgeführt wird, und einen zweiten Reaktor (Oxidationsreaktor 21), in dem die zweite Verfahrensstufe (Oxidationsstufe) durchgeführt wird, wobei im Fließbett eines jeden Reaktors ein Wärmetauscher angeordnet ist.

5. Anlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein Absorptions/Separationssystem (47) mit Kohlenstofftetrachlorid oder einem anderen geeigneten Lösungsmittel zur Rückgewinnung des Chlors aus den aus dem Oxidationsreaktor (21) austretenden Gasen mit enthält.

6. Anlage nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Gasturbine sowie eine Expansionskammer zur Ausnutzung der im Chlorierreaktor (11) erzeugten Wärme als Energiequelle enthält, damit das sauerstoffreiche Gas als Fluidisierungsmittel im Oxidationsreaktor (21) wirken kann.

7. Anlage nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie interne Zykclone (22, 23) enthält, die so angeordnet sind, daß der im Zyklon gesammelte Staub direkt in den Abzugskamin für die Feststoffe im Boden der Reaktoren (11, 21) gelangt, womit die Ansammlung von im Reaktorsystem zirkulierendem feinen Staub minimiert wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

